



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

KIMIA ANALITIK
(Kode : B-08)

ISBN : 978-979-1533-85-0

PERVAPORASI ETANOL-AIR MENGGUNAKAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT - ALUMINA

Evy Ernawati

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung

Email: evyerna_p@yahoo.com

Abstrak

Selulosa asetat merupakan salah satu jenis polimer yang paling banyak digunakan dalam industri. Salah satu kegunaan selulosa asetat adalah sebagai bahan membran, namun membran ini memiliki beberapa kelemahan antara lain derajat pengembangannya tinggi, sensitif terhadap perubahan suhu dan ketahanan terhadap asam. Pemberian mineral ke dalam bahan membran, dapat memberikan peluang untuk pengembangan material mineral-polimer yang digunakan pada proses pemisahan, yaitu dapat meningkatkan kekuatan mekanik, ketahanan terhadap panas, fluks dan selektivitas. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat membran selulosa asetat dengan penambahan alumina dan mengevaluasi kinerja membran terhadap pemisahan campuran etanol-air dengan metode pervaporasi. Pembuatan membran selulosa asetat dilakukan dengan teknik inversi fase, yaitu dengan menggunakan metode presipitasi pencelupan. Proses pervaporasi dilakukan pada suhu 40°C dan konsentrasi permeat yang dihasilkan ditentukan dengan menggunakan refraktometer. Karakterisasi membran meliputi pengukuran fluks dan selektivitas. Hasil pervaporasi menunjukkan bahwa membran selulosa asetat 20% memiliki nilai selektivitas 6,16 dan fluks 771,656 g/m²jam. Membran selulosa asetat 20% termodifikasi alumina 10% terjadi peningkatan selektivitas menjadi 55.11 dan fluks menjadi 625,406 g/m²jam.

Kata kunci : Membran selulosa asetat, alumina, pervaporasi

PENDAHULUAN

Etanol dengan kemurnian tinggi dapat digunakan sebagai aditif dari bahan bakar. Untuk memperoleh etanol dengan kemurnian tinggi, biasanya digunakan proses distilasi. Namun proses ini hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian tidak lebih dari 95,6%. Pada konsentrasi tersebut akan terbentuk azeotrop sehingga pada proses distilasi tidak mampu menghasilkan etanol dengan konsentrasi lebih tinggi lagi. Teknik pervaporasi merupakan suatu alternatif yang dapat digunakan untuk pemisahan campuran azeotrop. Selain itu teknik ini sangat efektif dan efisien terhadap penggunaan energi [1,2]. Pemisahan etanol-air secara pervaporasi

harus menggunakan polimer pembuat membran yang hidrofilik. Kataoka [3] telah menggunakan membran selulosa asetat untuk pemisahan etanol-air. Membran ini dapat digunakan untuk pemisahan dengan fluks yang tinggi tetapi selektivitasnya sangat rendah. Hal itu disebabkan karena membran selulosa asetat mempunyai gugus hidroksil yang dapat mengabsorpsi molekul-molekul air sehingga membran mudah mengembang (*swelling*) dalam larutan [4,5].

Dengan penambahan mineral ke dalam suatu sistem membran dapat mengubah kekuatan mekanik, fisik, memperbaiki struktur membran, serta berpeluang untuk pengembangan material

kompleks mineral-polimer yang digunakan sebagai membran untuk proses pemisahan [6].

Wang [2] telah melakukan pemisahan metanol/MTBE menggunakan membran selulosa asetat yang dibuat dengan metode penguapan pelarut yang dimodifikasi alumina. Namun pembuatan membran asetat - alumina dan dibuat dengan metode rendam-endap dapat menghasilkan membran dengan pori yang lebih rapat dibandingkan metode penguapan pelarut [7]. Sementara syarat proses pervaporasi adalah menggunakan membran dengan pori rapat [3].

Maka pada penelitian ini dilakukan modifikasi selulosa asetat dengan alumina menggunakan metode rendam-endap dengan harapan dapat memperbaiki serta meningkatkan kinerja membran khususnya meningkatkan fluks dan selektivitas. Membran ini selanjutnya akan diaplikasikan pada proses pemisahan etanol-air menggunakan teknik pervaporasi dengan variasi komposisi dari alumina

METODE PENELITIAN

Umum. Proses pembuatan membran dilakukan melalui teknik inversi fase dengan metode rendam-endap. Membran yang dibuat ada dua macam, yaitu membran selulosa asetat dan membran selulosa asetat yang dimodifikasi alumina dengan berbagai variasi komposisi. Kinerja masing-masing membran diamati meliputi fluks dan selektivitas berdasarkan teknik pervaporasi.

Bahan. Polimer selulosa (CA) asetat dari Aldrich dengan kadar asetil 39,8%, pelarut aseton, alumina 200 mesh, nitrogen cair, etanol,

Pembuatan Membran. Pada pembuatan membran selulosa asetat. Polimer selulosa asetat 20% w/w dilarutkan dalam aseton selama 24 jam. Selanjutnya larutan disimpan dalam lemari es untuk proses *debubbling* (penghilangan gelembung) selama 24 jam kemudian dicetak di

atas plat kaca. Selanjutnya membran pada plat kaca direndam dalam bak koagulan (akuadest) sampai membran terlepas dari plat kaca kemudian membran dicuci dengan air mengalir hingga sisa pelarutnya hilang.

Pada pembuatan membran selulosa asetat yang dimodifikasi alumina. Polimer selulosa asetat 20% w/w dilarutkan dalam aseton hingga homogen. Kemudian alumina dimasukkan dalam larutan membran tersebut sambil terus diaduk selama 24 jam. Selanjutnya perlakuan yang sama dilakukan seperti di atas. Alumina yang digunakan bervariasi konsentrasinya yaitu 5-20% b/b SA.

Pervaporasi. Membran diletakkan di atas pendukung secara horizontal pada rancangan alat pervaporasi (Gambar 1). Ke dalam labu dimasukkan 100 g umpan etanol dan dipanaskan sampai 40°C. Proses pervaporasi dilakukan pada tekanan vakum (0,5 mBar). Sebelum dan sesudah proses pervaporasi, larutan umpan diambil sedikit (2-3 mL) dan setiap 1 jam sekali permeat yang dihasilkan diganti penampungnya (*cold trap*). Pengambilan permeat dilakukan sebanyak 4x. Larutan umpan dan permeat dianalisis lebih lanjut menggunakan refraktometer.

Kinerja pemisahan dari pervaporasi ditentukan oleh nilai fluks total, fluks air, fluks etanol dan selektivitas dengan menggunakan persamaan :

$$J_{total} = \frac{1}{A} \times dm/dt ; \quad J_{air} = w_1 \times J_{total} ; \quad \text{dan}$$

$$J_{etanol} = w_2 \times J_{total}$$

Keterangan: J = nilai fluks (kg/m²jam); A = luas membran (m²); dan dm/dt = *slope* grafik antara waktu permeasi dengan massa permeat; w₁ = konsentrasi air (%) dalam permeat; w₂ = konsentrasi etanol (%) dalam permeat.

$$\alpha = \frac{(Y_w/Y_A)}{(X_w/X_A)}$$

Keterangan: α = selektivitas pemisahan; Y_w = konsentrasi air dalam permeat(%); Y_A =

konsentrasi etanol dalam permeat(%); X_W = konsentrasi air dalam umpan(%); X_A = konsentrasi etanol dalam umpan (%) [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran fluks dan selektivitas membran 20% selulosa asetat dengan variasi konsentrasi alumina (5-20% b-SA) diperlihatkan dalam Gambar 2. Terlihat kenaikan selektivitas yang cukup signifikan mencapai puncak sebesar 55,11 pada konsentrasi alumina 10%, dan selanjutnya menurun perlahan hingga 32,75 pada konsentrasi 20% alumina. Penurunan selektivitas ini karena terjadi kerusakan dalam struktur membran, hal yang sama dikemukakan oleh [2]. Dilain pihak fluks total menurun perlahan dari 771,656 g/m².jam pada membran 20% selulosa asetat tanpa alumina menjadi 625,406 g/m².jam pada konsentrasi alumina 10% b-SA, dan selanjutnya relatif konstan sampai pada konsentrasi 20% alumina. Fluks menurun disebabkan berkurangnya laju alir permeat dengan adanya alumina yang menempati matriks membran dan mengisi volume bebas membran, hal yang sama dikemukakan oleh Bowen [9]. Berdasarkan hasil-hasil itu, membran yang terbaik adalah membran 20% selulosa asetat + alumina 10% b-SA.

Hasil pengukuran fluks total, fluks air, dan fluks etanol sebagai fungsi konsentrasi alumina ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat bahwa pada seluruh konsentrasi alumina, membran memiliki fluks air yang lebih besar daripada fluks etanol; berarti di dalam permeat terkandung lebih banyak air daripada etanol. Dengan demikian maka membran menjadi selektif terhadap etanol. Selain itu, hal ini menunjukkan bahwa kehadiran bahan pengisi alumina membuat makrovoid menjadi mikrovoid di dalam membran. Sementara itu terlihat pula saat membran tanpa kehadiran

alumina, fluks etanol lebih tinggi dari fluks air. Sehingga membran tidak selektif terhadap etanol.

KESIMPULAN

Penambahan alumina dalam membran selulosa asetat dapat meningkatkan selektivitas pemisahan. Komposisi membran selulosa asetat termodifikasi alumina yang terbaik adalah selulosa asetat 20%-alumina 10% dengan nilai selektivitas 55,11 dan fluks 625,406 g/m².jam sementara pada membran selulosa asetat 20% selektivitas adalah 6,16 dan fluks 771, 656 g/m².jam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan pada Haekal dan Piyo mahasiswa Jurusan Kimia Universitas Padjadjaran yang telah membantu dalam penelitian ini.

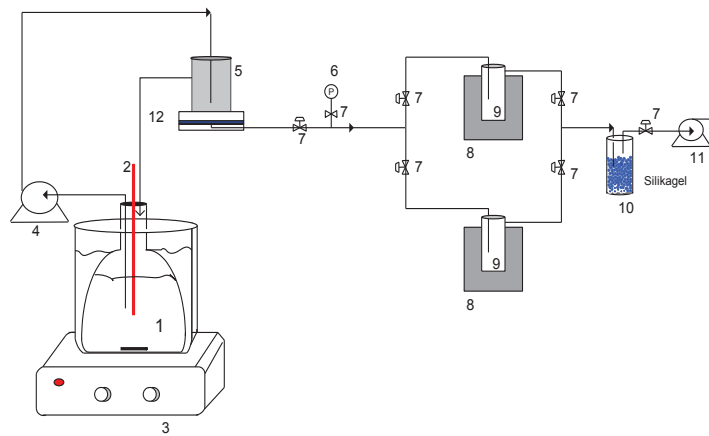
DAFTAR ACUAN

- [1] Groot W. J., R.G.J.M.van der Lans, K.Ch.A.M.Luyben, 1992, Technologies for Butanol Recovery Integrated with Fermentations, *Process Biochemistry*, 27,61.
- [2] Wang Yujun, Liangrong Yang, Guangsheng Luo, Youyuan Dai, 2009, Preparation of Cellulose Acetate Membrane Filled with Metal Oxide Particles for The Pervaporation Separation of Methanol/Methyl *tert*-Butyl Ether Mixtures, *Chemical Engineering Journal*, 146, 6.
- [3] Kataoka T., Toshinori T., Shin-Ichi N., Shoji K, 1991, Membrane Transport Properties of Pervaporation and Vapor Permeation in Ethanol-Water System Using Polyacrylonitrile and Cellulose Acetate Membranes, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 24 (3), 334.
- [4] Kariduraganavar M.Y., A.A. Kittur, S.S. Kulkarni, K. Ramesh, 2004, Development of Novel Pervaporation Membranes for The Separation of Water-Isopropanol Mixtures Using

Sodium Alginate and NaY Zeolite,
Journal of Membran Science, 238,
165.

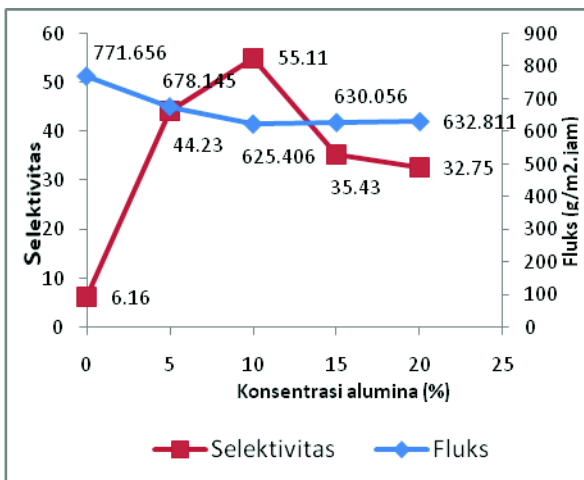
- [5] Kittur A.A., M.Y. Kariduraganavar, U.S. Toti, K. Ramesh, T.M. Aminabhavi, 2003, Pervaporation Separation of Water-Isopropanol Mixtures Using ZSM-5 Zeolite Incorporated Poly(Vinyl Alcohol) Membranes, *Journal of Applied Polymer Science*, 90, 2441.
- [6] Goossens I. and A. Van Haute, 1976, The Influence of Mineral Fillers on The Membrane Properties of High Flux Asymmetric Cellulose Acetate Reverse Osmosis Membranes, *Desalination*, 18, 203.
- [7] Wara Nancy M., Lorraine Falter F., Bhastar V.V., 1995, Addition of Alumina to Cellulose Acetate Membranes, *Journal of Membrane Science*, 104, 43.
- [8] Okumus E., Turker G., Levent Y., 2003, Effect of Fabrication and Process Parameters on The Morphology and Performance of a PAN-Based Zeolite-Filled Pervaporation Membrane, *Journal of Membrane Science*, 223, 23.
- [9] Bowen, T.C., R.D. Noble, J.L. Falconer, 2004, Fundamentals and Applications of Pervaporation Through Zeolite Membranes, *Journal of Membrane Science*, 245, 1.

LAMPIRAN

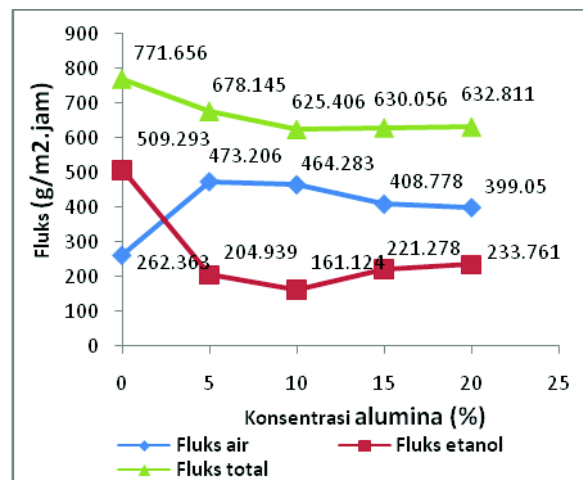


Gambar 1 Rangkaian sel peverporasi

Keterangan gambar : (1) Labu tempat umpan; (2) Termometer; (3) Pemanas; (4) Pompa sirkulasi; (5) Modul peverporasi; (6) Pirani gauge; (7) Kran; (8) Tabung dewar; (9) Cold trap; (10) Tabung silika gel; (11) Pompa vakum; (12) Membran



Gambar 2 Fluks dan selektivitas sebagai fungsi konsentrasi alumina



Gambar 3 Fluks total, fluks air, dan fluks etanol sebagai fungsi konsentrasi alumina